

УДК 628.1.192 : 62.192

А.Я.НАЙМАНОВ, д-р техн. наук, В.Н.ПРИЩЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ НА ПАРАМЕТРЫ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Рассматривается влияние принятых параметров надежности на конструктивные характеристики водопроводной сети.

Основными параметрами надежности для водопроводной сети являются вероятность безотказной работы P (безотказность) и коэффициент готовности K_{Γ} (готовность). Первый параметр характеризует устойчивость сети к перерывам в подаче воды (полным отказам); второй – вероятность исправного состояния сети и сохранения ее расчетных параметров работы (подаваемого расхода и напора), т.е. параметрическую надежность.

Для трубопроводов эти показатели связаны с конструктивными параметрами соотношениями:

$$P = e^{-\lambda L t}, \quad K_{\Gamma} = \left(\frac{\mu}{\mu + \lambda} \right)^L = \left(\frac{T_0}{T_0 + T_B} \right)^L, \quad (1)$$

где λ – интенсивность отказов трубопровода, $1/(\text{км} \cdot \text{год})$, данная величина зависит от материала и диаметра труб; L – длина трубопровода, км; μ – интенсивность восстановления трубопровода, $1/(\text{км} \cdot \text{год})$, которая также зависит от материала и диаметра труб; t – время эксплуатации, принимается от момента пуска в эксплуатацию до настоящего момента плюс 1 год, т.е. $t = (t_{\text{эспл}} + 1)$ год; T_0 – средняя наработка на отказ, $T_0 = 1/\lambda$; T_B – среднее время восстановления системы, $T_B = 1/\mu$.

Величины P и K_{Γ} прямо не регламентируются нормативными документами, однако, данные п.4.4 СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение» позволяют вычислить $P_{\text{норм}}$ и $K_{\Gamma(\text{норм})}$ для различных категорий систем водоснабжения. Для этого следует отнести данные п.4.4 к одному году эксплуатации системы водоснабжения [1]. Получаются следующие

$$\text{величины. Учитывая, что } P = \frac{8760 - t_{\text{пер}}}{8760}, \quad K_{\Gamma} = \frac{8760 - t_{\text{сниж}}}{8760}$$

(здесь $t_{\text{пер}}$ – продолжительность перерыва в подаче воды; $t_{\text{сниж}}$ – длительность периода со сниженной до 30% подачей воды).

I категория систем водоснабжения:

$$P_{(норм)I} = 0,99998; \quad K_{Г(норм)I} = 0,99178;$$

II категория систем водоснабжения:

$$P_{(норм)II} = 0,99932; \quad K_{Г(норм)II} = 0,97260;$$

III категория систем водоснабжения:

$$P_{(норм)III} = 0,99726; \quad K_{Г(норм)III} = 0,95890.$$

Эти нормативы следует относить ко всей водопроводной сети. Кроме того, на параметры надежности отдельных участков сети влияют требования «Правил надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення», утвержденные постановлением №630 Кабинета Министров Украины 21.07.2005 г. В соответствии с ними при оказании услуг по централизованному холодному водоснабжению допускаются за один месяц не более двух перерывов или нарушений режима в подаче воды и длительностью не более 6 часов каждый, т.е. не более 12 ч в месяц или не более 144 ч в год при круглосуточной подаче воды. При подаче воды по графику перерывы или нарушения режима должны составлять не более 30% общего времени подачи воды также не более двух раз в месяц. При круглосуточной подаче воды величина коэффициента готовности участка сети, подающего воду потребителю, должна составлять независимо от категории системы:

$$K_{Г(участка)} = \frac{8760 - 144}{8760} = 0,98356.$$

Нарушения качества воды «Правилами надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення» не допускаются. Однако, все эти требования сводятся на нет п.7 указанных в «Правилах надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення», где говорится: «Місцеві органи виконавчої влади або органи місцевого самоврядування мають право тимчасово визначати інші норми споживання, кількісні та якісні показники та режим надання послуг в порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України». При этом сроки временного отклонения не оговариваются. Тем не менее, указанная выше величина коэффициента готовности участка сети $K_{Г(участка)}$ должна приниматься во внимание при проектировании водопроводной сети. Отметим также, что требования «Правил надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення», противоречат требованиям СНиП 2.04.02-84 п.8.4 о величине расчетного времени ликвидации аварии на трубопроводах систем водоснабжения, которое даже для трубопроводов диаметром до 400 мм составляет 8 ч,

а при необходимости дезинфекции линии увеличивается еще на 12 ч. Таким образом, перерыв в подаче воды может составить 20 ч. Для трубопроводов диаметром более 400 мм перерыв в подаче воды может достигать еще больших величин.

Для расчетов допустимой длины трубопроводов необходимо знать величины интенсивностей отказов λ и интенсивностей восстановления μ либо среднюю наработку на отказ T_0 и среднее время восстановления T_B .

Величины λ и μ могут быть приняты по литературным данным. Однако, данные весьма различаются, что затрудняет выбор расчетных значений λ и μ . Это объясняется различиями в качестве труб и условиями эксплуатации, качестве строительно-монтажных работ и уровне эксплуатации. Наиболее рациональным представляется использование усредненных значений интенсивностей отказов и интенсивностей восстановления. В табл.1 приведены данные различных авторов о величинах интенсивностей отказов и средние значения λ .

Таблица 1 – Величины интенсивностей отказов труб из различных материалов

Материал труб	Интенсивность отказов, λ , 1/(км·год)					Среднее значение, λ , 1/(км·год)
	по Ильину [1]	по Ромейко [2]	УПА-ВАЛИМО [3]	данные Швеции [4]	по Маконову [5]	
Поливинилхлорид	-	-	0,34	0,20	-	0,27
Полиэтилен	-	-	-	0,04	-	0,04
Ковкий чугун [ВУШГ]	-	-	0,015	0,02	-	0,018
Серый чугун	0,59	0,33	0,10	0,13	0,66	0,36
Оцинкованная сталь	-	-	-	0,10	-	0,10
Углеродистая сталь	0,15	0,39	0,113	0,29	0,66	0,32

В то же время действующие трубопроводы из стали и чугуна в Донецкоблводоканале имеют $\lambda \approx 2 \div 3$ (1/(км·год)).

Весьма различны также данные об интенсивностях восстановления трубопроводов, наиболее подробные сведения приведены в [1], среднее значение составляет $\mu = 219$ (1/(км·год)), продолжительность восстановления при этом $T_B = 40$ ч.

Подставив величины λ , μ , $P_{норм}$ и $K_{\Gamma(норм)}$ в формулы (1), можно вычислить допустимую длину трубопровода

$$L \leq \frac{\lg K_{\Gamma(норм)}}{\lg(\mu/(\mu + \lambda))}, \quad L \leq -\frac{\lg P}{\lambda t}.$$

Результаты вычислений по $K_{Г(уч)}$ представлены в табл.2.

Таблица 2 – Допустимые длины участков водопроводной сети

Материалы труб	Допустимая длина трубопровода (км) по $K_{Г(уч)}$	
	для λ из табл.1	для $\lambda \approx 3$ (1/(км·год))
Поливинилхлорид	13,46	1,22
Полиэтилен	90,77	-
Ковкий чугун [ВЧШГ]	202,19	-
Серый чугун	10,09	1,22
Оцинкованная сталь	36,28	-
Углеродистая сталь	11,35	1,22

Очевидно, что «Правила оказания услуг по централизованному отоплению, холодному и горячему водоснабжению и водоотведению» практически не накладывают существенных ограничений на длину участков водопроводной сети даже для изношенных трубопроводов.

1. Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды. – М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.

2. Ромейко В.С., Баталов В.Г., Готовцев В.И., Дубенчак В.Е., Симонова И.А. Защита трубопроводов от коррозии. – М.: ВНИИМП, 2000. – 208 с.

3. Куницын В., Зотов А., Самойлов М. Напорные трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ): Расширение применения // ЭКВАТЭК-2000. Тезисы докладов. – М., 2000. – 968 с.

4. Строительство трубопроводных систем с применением пластмассовых труб. – Стокгольм - Москва: Северное объединение производителей пластмассовых труб (NPG) – МГСУ, 1999-2000. – 114 с.

5. Гальперин Е.М. Расчет кольцевых водопроводных сетей с учетом надежности функционирования. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. ун-та, 1989. – 104 с.

Получено 06.11.2006

УДК 628.39

И.В.КОРИНЬКО, д-р техн. наук,

С.С.ПИЛИГРАММ, А.Н.КОВАЛЕНКО, кандидаты техн. наук

ГКП «Харьвовкоммуночиствод»

В.А.ЮРЧЕНКО, канд. биол. наук

УГНИИ «УкрВОДГЕО», г.Харьков

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕЙ ДИАГНОСТИКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Приводится новая методология комплексной диагностики систем водоотведения, которая включает визуальное обследование трубопроводов с помощью плавающего модуля TV-диагностики и обследование поверхностей конструкций с помощью разработанного и изготовленного устройства коррозиметра бетона. Методология позволяет неразрушающим методом без разрытия траншей выявить нарушения в эксплуатации трубопроводов, рассчитать характеристики их эксплуатационной долговечности и пре-